

FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN VETIVER (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) DENGAN PENAMBAHAN MIKORIZA *Glomus aggregatum* Schenk & Smith emend. Koske UNTUK MENURUNKAN TOTAL PETROLEUM HYDROCARBON

Oleh: Indrawan Tauchid
1507 100 004

Dosen Pembimbing
Tutik Nurhayati, S.Si., M.Si.
Dr. Ir. Budhi Priyanto, M.Sc.

Latar Belakang

Eksplorasi minyak bumi di Cepu, Jawa Tengah

Hidrokarbon petroleum, salah satu produk limbahnya, memiliki dampak negatif pada lingkungan (Trofimov dan Rozanova, 2003).

Crude oil sebagai limbah B3 memerlukan penanganan khusus untuk pengolahannya yaitu bioremediasi dengan alternatif -> Fitoremediasi.

Mendegradasi hidrokarbon petroleum bisa lebih dipercepat dengan menggunakan fitoremediasi dan Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) cocok untuk proses ini (Susilorukmi dan Sriwuryandari, 2006).

Vetiver toleran terhadap kontaminasi total petroleum hydrocarbon (TPH) tinggi sampai 9% dan bisa mendegradasi hidrokarbon petroleum sampai kurang dari 1% TPH pada tanah yang terkontaminasi (Susilorukmi and Sriwuryandari, 2006)

Optimasi Vetiver dibutuhkan untuk meningkatkan proses degradasi dengan menggunakan mikoriza *Glomus Aggregatum* (Febriandita, 2008).

Permasalahan

1. Apakah konsentrasi *Crude oil* berpengaruh?
2. Apakah penambahan *Glomus aggregatum* berpengaruh?
3. Perlakuan dengan penurunan TPH terbanyak?

Batasan Masalah

Pengukuran TPH setelah fitoremediasi *crude oil* selama 12 pekan oleh *C. zizanioides*.

Tujuan

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi *Crude oil*.
2. Mengetahui pengaruh penambahan *Glomus aggregatum*
3. Mengetahui Perlakuan dengan penurunan TPH terbanyak

Manfaat

Informasi data -> fitoremediasi *crude oil* oleh *C. zizanioides* yang ditambahkan *G. aggregatum*

Metodologi

Tempat

Balai Teknologi Lingkungan, BPPT Puspiptek Serpong

Waktu

Juli 2011 – Desember 2012

Tahap Persiapan

- Uji viabilitas mikoriza
- Penyiapan tanaman
- Penyiapan media tanam
- Penentuan *water holding capacity*
- Perbanyak isolat bakteri hidrokarbonoklastik

Pembuatan Bioreaktor

- Pembuatan bioreaktor
- Pengairan dan pemupukan

Pengukuran

- Parameter lingkungan
- *Total petroleum hydrocarbon*
- Biomassa & pertumbuhan tanaman
- Bakteri bulk soil dan rhizosfer
- Infeksi mikoriza

Rancangan penelitian

Perbandingan konsentrasi minyak	Penambahan Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA)	
	Tanpa penambahan CMA (G_0)	Dengan penambahan CMA (G_1)
M_0	M_0G_0	M_0G_1
M_1	M_1G_0	M_1G_1
M_3	M_3G_0	M_3G_1
M_{10}	$M_{10}G_0$	$M_{10}G_1$

Keterangan:

M_0 = dengan penambahan *crude oil* 0%

M_1 = dengan penambahan *crude oil* 1%

M_3 = dengan penambahan *crude oil* 3%

M_{10} = dengan penambahan *crude oil* 10%

G_0 = tanpa penambahan CMA

G_1 = dengan penambahan CMA

Parameter lingkungan

pH

Kelembaban

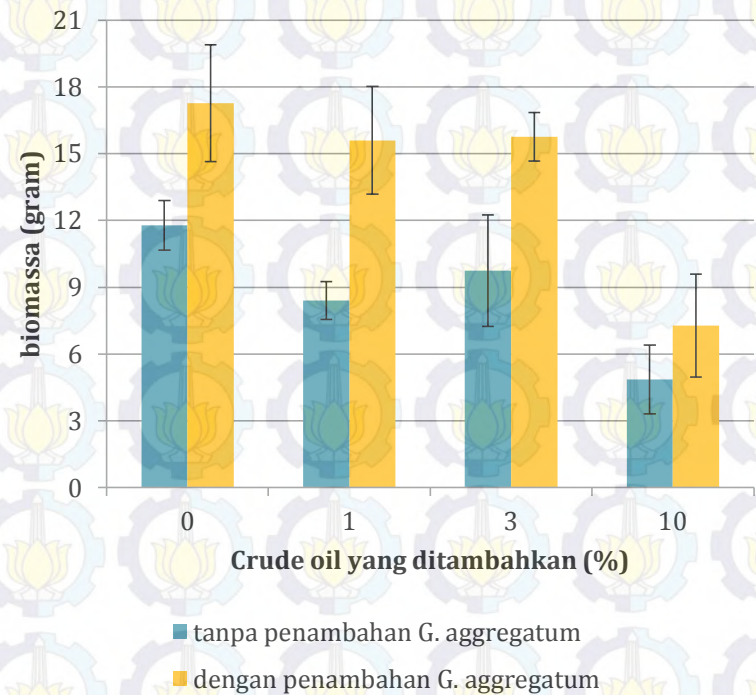
Crude oil yang ditambahkan (%)	Tanpa penambahan <i>G. aggregatum</i>	Dengan penambahan <i>G. aggregatum</i>	Crude oil yang ditambahkan (%)	Tanpa penambahan <i>G. aggregatum</i>	Dengan penambahan <i>G. aggregatum</i>
0	6,683 ^{az}	6,767 ^{az}	0	7,167 ^{az}	6,083 ^{az}
1	6,433 ^{bz}	6,383 ^{bz}	1	9,483 ^{bz}	9,000 ^{bz}
3	6,500 ^{bz}	6,383 ^{bz}	3	10,000 ^{bz}	10,000 ^{bz}
10	5,817 ^{cz}	5,850 ^{cz}	10	10,000 ^{bz}	10,000 ^{bz}

Suhu (°C)

Crude oil yang ditambahkan (%)	Tanpa penambahan <i>G. aggregatum</i>	Dengan penambahan <i>G. aggregatum</i>
0	30,000 ^{bz}	30,722 ^{bz}
1	29,444 ^{az}	29,611 ^{az}
3	29,611 ^{az}	29,556 ^{az}
10	29,889 ^{abz}	30,389 ^{abz}

Biomassa

Crude oil yang ditambahkan (%)	Tanpa penambahan <i>G. aggregatum</i> (gr)	Dengan penambahan <i>G. aggregatum</i> (gr)
0	11,784 ^{bz}	17,261 ^{by}
1	8,405 ^{bz}	15,596 ^{by}
3	9,743 ^{bz}	15,751 ^{by}
10	4,863 ^{az}	7,283 ^{ay}



Biomassa Tajuk dan Akar

Biomassa tajuk

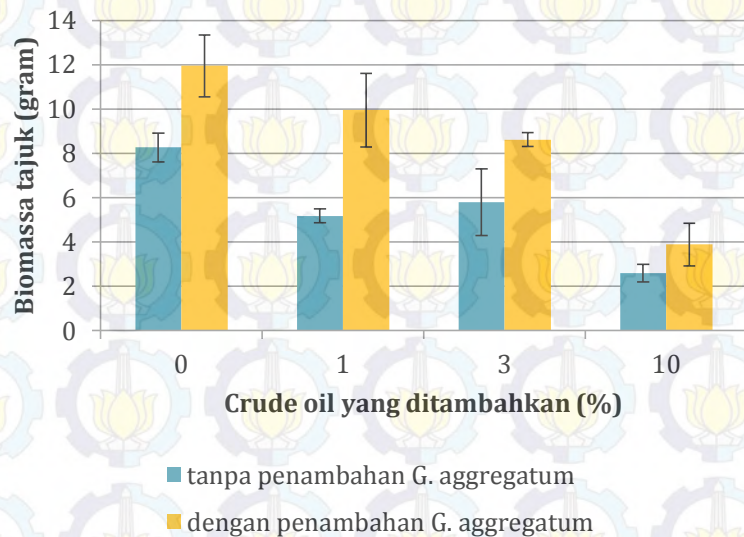
Crude oil yang ditambahkan (%)	Tanpa penambahan <i>G. aggregatum</i> (gr)	Dengan penambahan <i>G. aggregatum</i> (gr)
0	8,369 ^{cy}	11,948 ^{cz}
1	5,183 ^{by}	9,948 ^{bz}
3	5,803 ^{by}	8,618 ^{bz}
10	2,589 ^{ay}	3,889 ^{az}

Biomassa akar

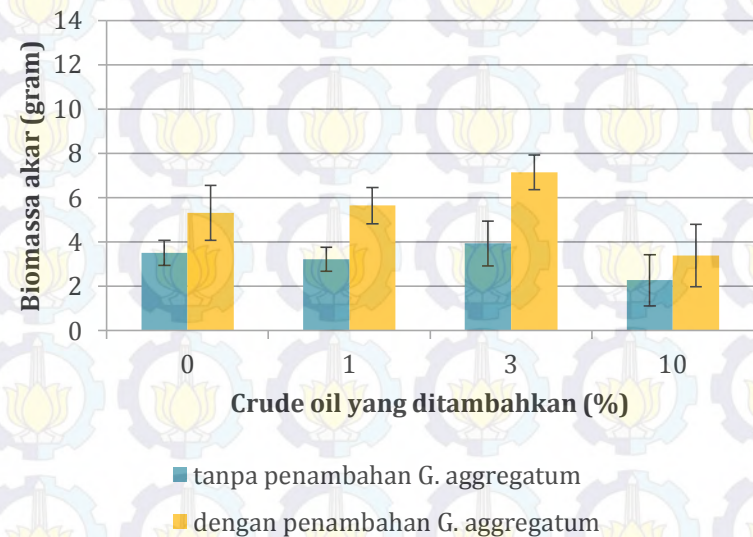
Crude oil yang ditambahkan (%)	Tanpa penambahan <i>G. aggregatum</i> (gr)	Dengan penambahan <i>G. aggregatum</i> (gr)
0	3,515 ^{by}	5,313 ^{bz}
1	3,222 ^{by}	5,648 ^{bz}
3	3,940 ^{by}	7,134 ^{bz}
10	2,274 ^{ay}	3,394 ^{az}

Biomassa Tajuk dan Akar

Biomassa tajuk

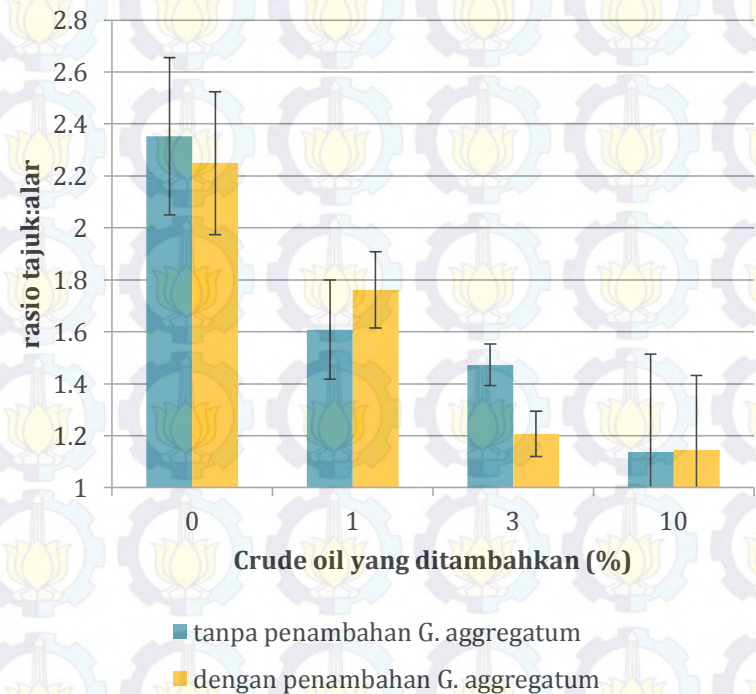


Biomassa akar



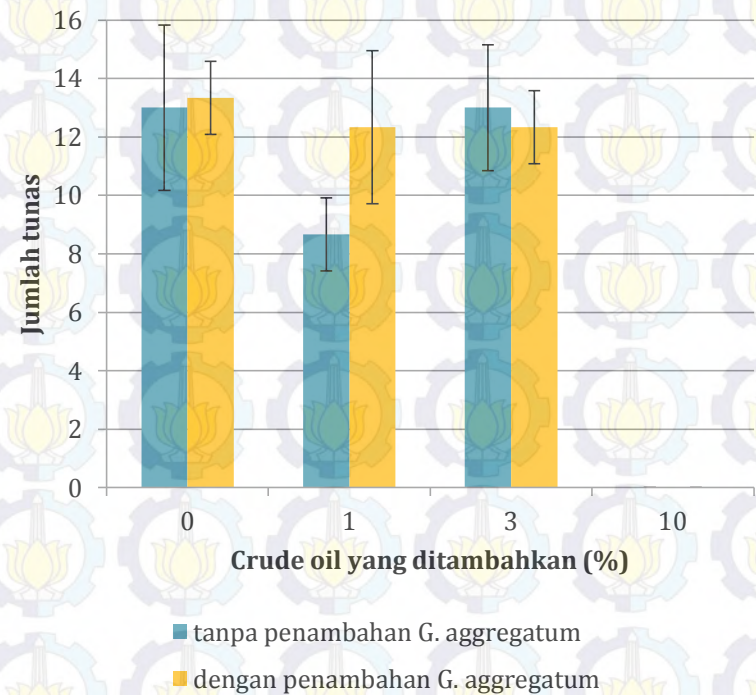
Rasio Tajuk dan Akar

Crude oil yang ditambahkan (%)	Tanpa penambahan <i>G. aggregatum</i>	Dengan penambahan <i>G. aggregatum</i>
0	2,353 ^{az}	2,249 ^{az}
1	1,609 ^{abz}	1,761 ^{abz}
3	1,473 ^{bz}	1,208 ^{bz}
10	1,138 ^{cz}	1,146 ^{cz}



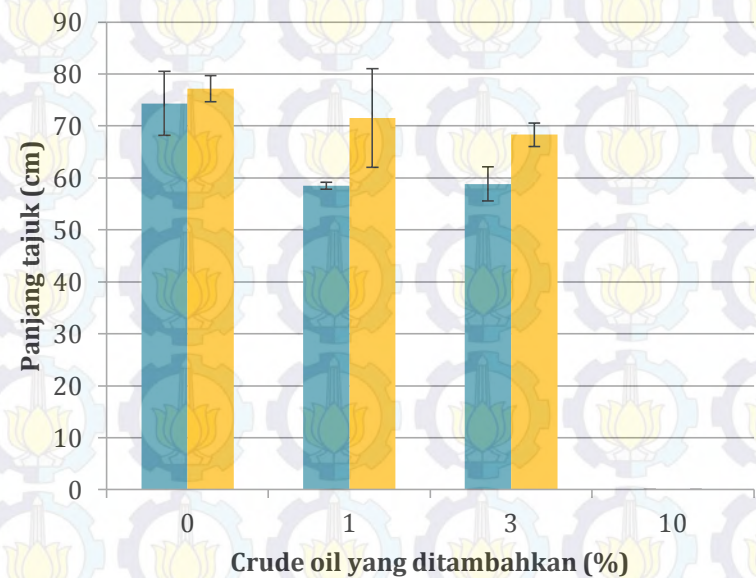
Jumlah Tunas

Crude oil yang ditambahkan (%)	Tanpa penambahan <i>G. aggregatum</i>	Dengan penambahan <i>G. aggregatum</i>
0	13,000 ^{bz}	13,333 ^{bz}
1	8,667 ^{bz}	12,333 ^{bz}
3	13,000 ^{bz}	12,333 ^{bz}
10	0,000 ^{az}	0,000 ^{az}

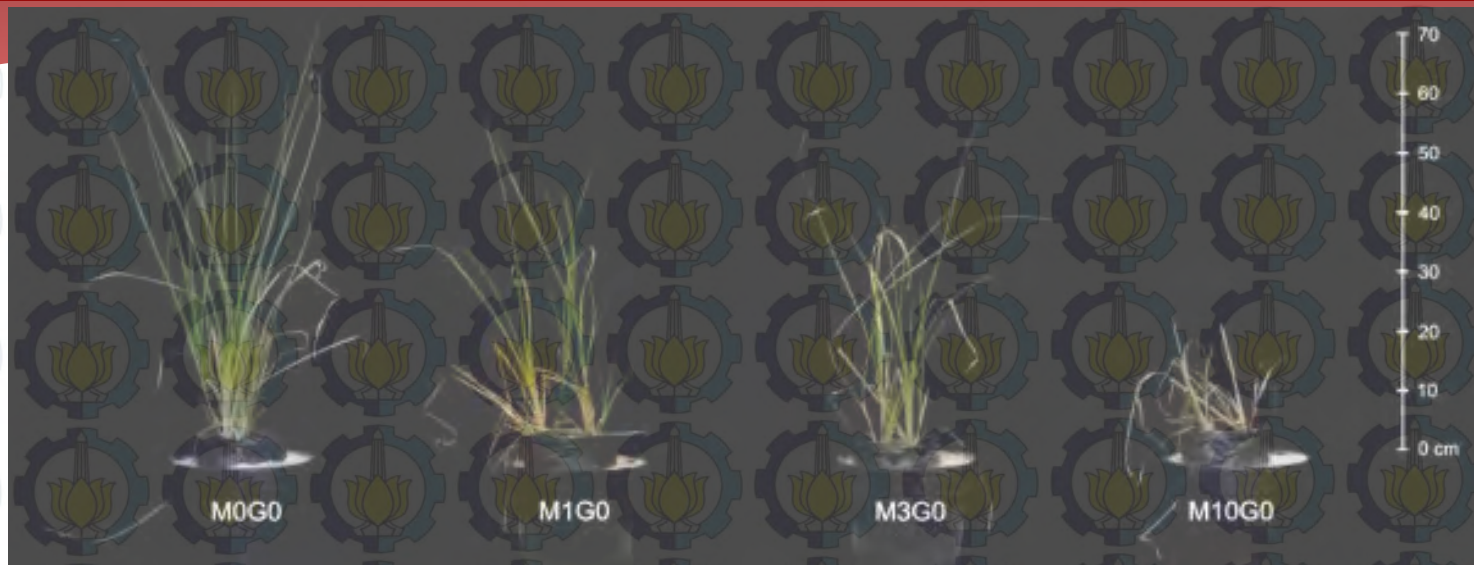


Panjang Tajuk

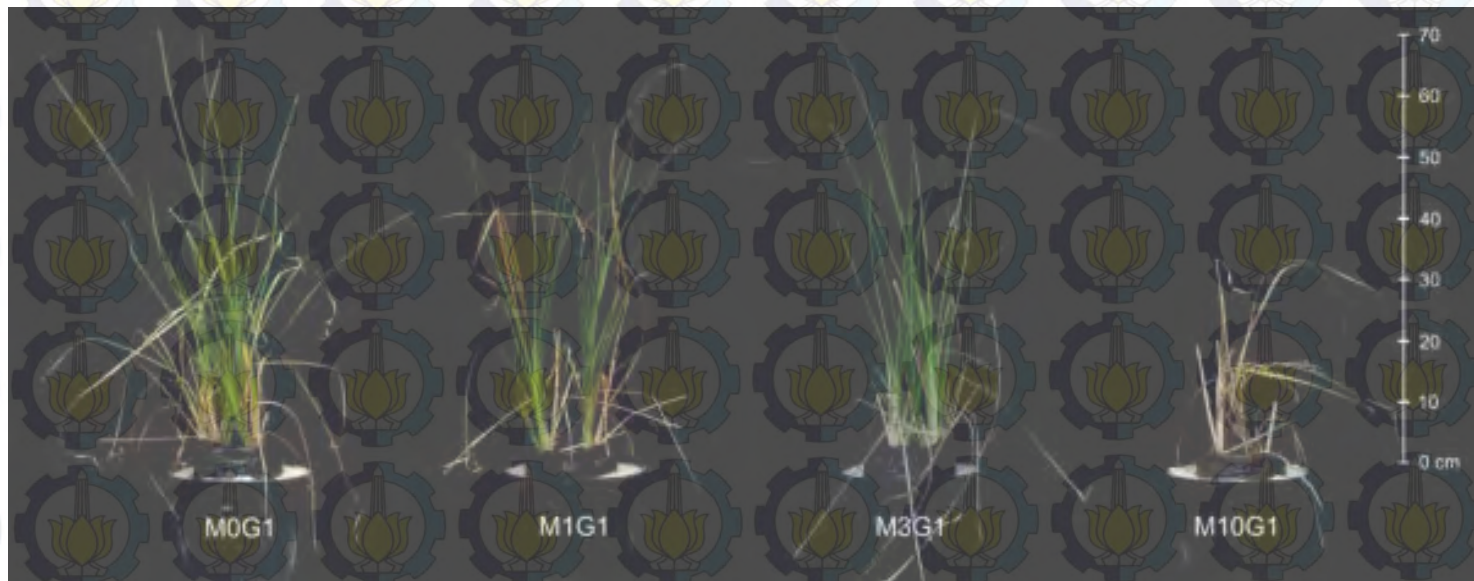
Crude oil yang ditambahkan (%)	Tanpa penambahan <i>G. aggregatum</i>	Dengan penambahan <i>G. aggregatum</i>
0	74,333 ^{cz}	77,167 ^{cy}
1	58,500 ^{bz}	71,500 ^{by}
3	58,833 ^{bz}	68,333 ^{by}
10	0,000 ^{az}	0,000 ^{ay}



■ tanpa penambahan *G. aggregatum*
 ■ dengan penambahan *G. aggregatum*



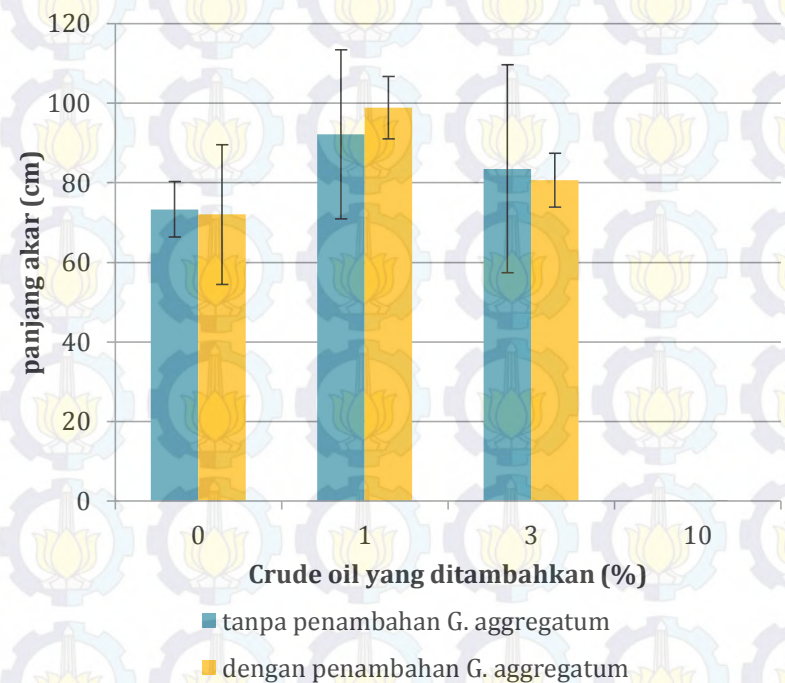
Panjang tajuk *C. zizanioides* tanpa penambahan *G. aggregatum* setelah 12 pekan penanaman



Panjang tajuk *C. zizanioides* dengan penambahan *G. aggregatum* setelah 12 pekan penanaman

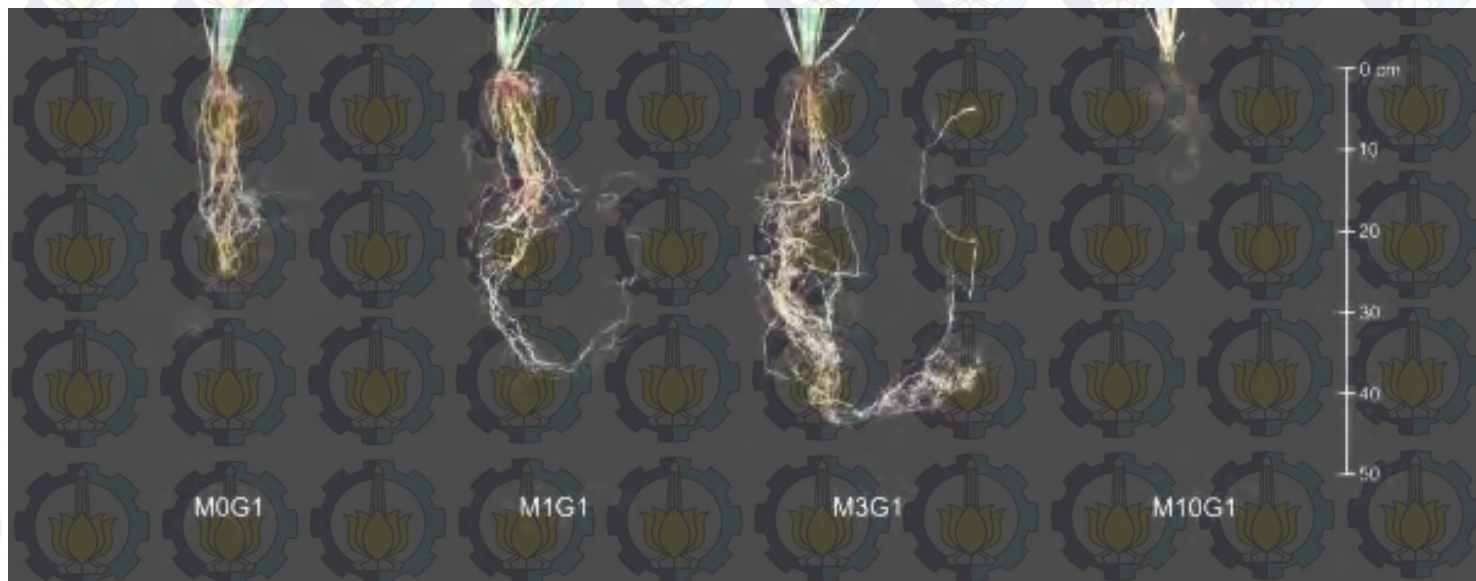
Panjang Akar

Crude oil yang ditambahkan (%)	Tanpa penambahan <i>G. aggregatum</i>	Dengan penambahan <i>G. aggregatum</i>
0	73,333 ^{bz}	72,000 ^{bz}
1	92,167 ^{cz}	98,833 ^{cz}
3	83,500 ^{bcz}	80,667 ^{bcz}
10	0,000 ^{az}	0,000 ^{az}





Panjang tajuk *C. zizanioides* tanpa penambahan *G. aggregatum* setelah 12 pekan penanaman



Panjang tajuk *C. zizanioides* dengan penambahan *G. aggregatum* setelah 12 pekan penanaman

Pembahasan

Pada crude oil 10%, *C. zizanioides* mati



- Toksisitas crude oil
- *Nutrient deficiency*

C. zizanioides +
G. aggregatum



Meningkatkan penyerapan
air dan nutrisi



Biomassa bertambah



Proses fotosintesis
meningkat

Crude oil meningkat,
rasio akar bertambah



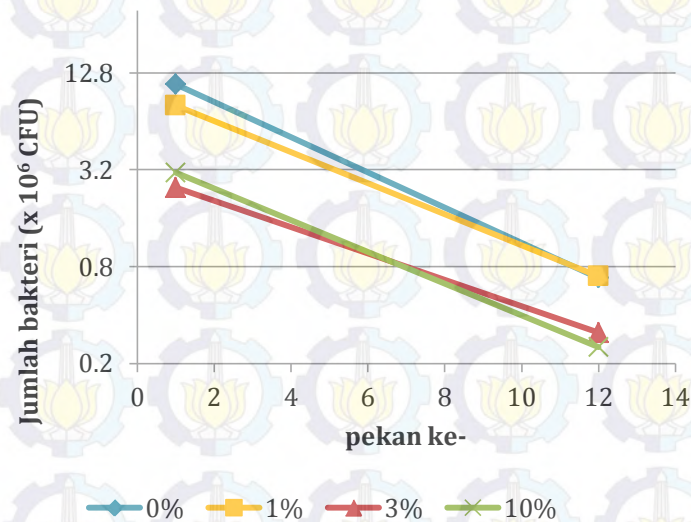
Meningkatkan penyerapan
air dan nutrisi

Jumlah bakteri *bulk soil* (CFU) dalam media tanam *C. zizanioides* ($\times 10^6$ CFU/gram tanah)

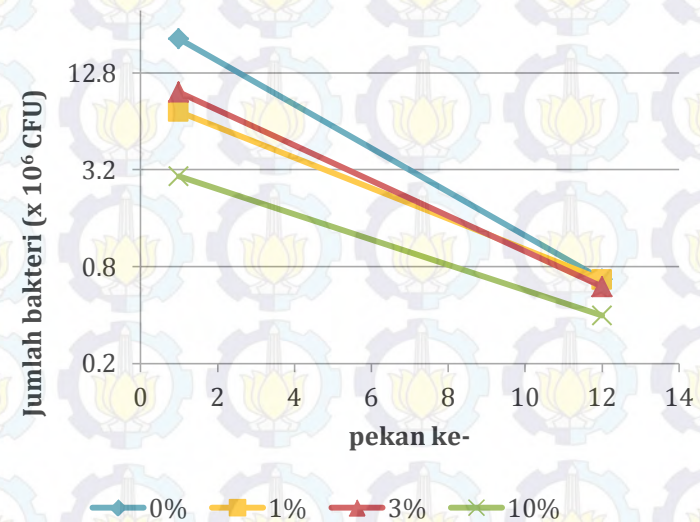
Crude oil yang ditambahkan (%)	Tanpa penambahan <i>G. aggregatum</i>		Dengan penambahan <i>G. aggregatum</i>	
	Pekan ke-1	Pekan ke-12	Pekan ke-1	Pekan ke-12
0	10,833 ^{bz}	0,680 ^{az}	20,766 ^{bz}	0,667 ^{az}
1	8,000 ^{az}	0,697 ^{az}	7,319 ^{az}	0,663 ^{az}
3	2,477 ^{az}	0,312 ^{az}	9,670 ^{az}	0,602 ^{az}
10	3,067 ^{az}	0,253 ^{az}	2,912 ^{az}	0,398 ^{az}

Jumlah bakteri *bulk soil* (CFU) dalam media tanam *C. zizanioides*

Tanpa penambahan *G. aggregatum*



dengan penambahan *G. aggregatum*

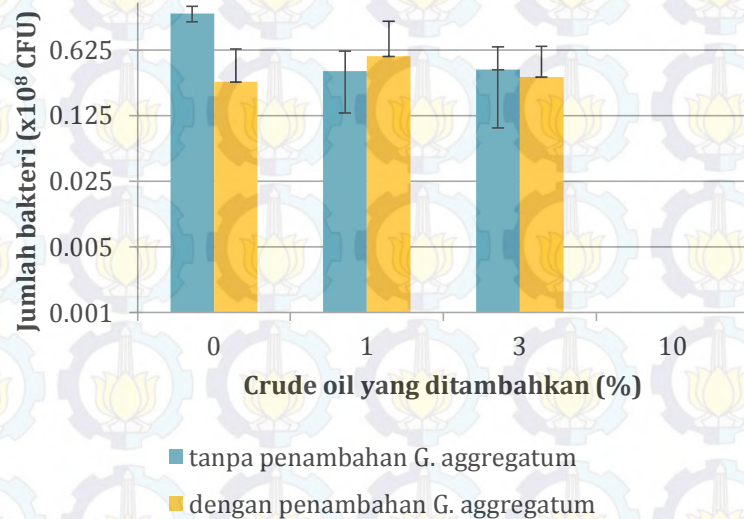


Jumlah bakteri pada rizosfer *C. zizanioides* setelah pekan ke-12 penanaman ($\times 10^8$ CFU/gram akar)

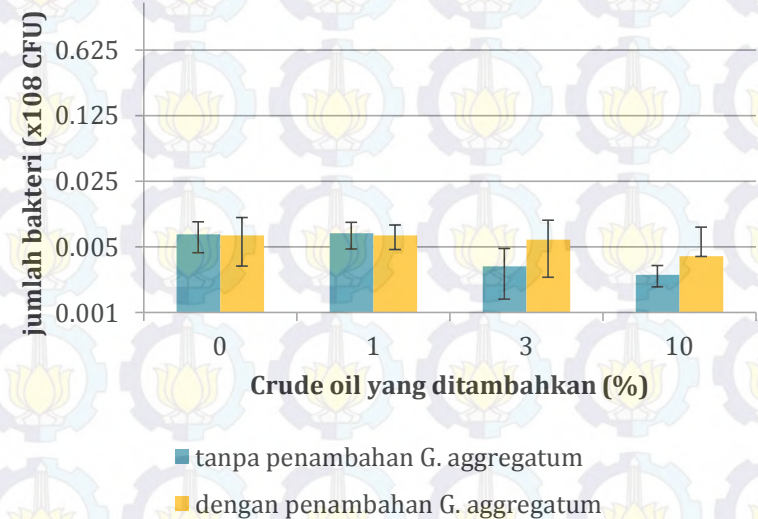
Crude oil yang ditambahkan (%)	Tanpa penambahan <i>G. aggregatum</i>	Dengan penambahan <i>G. aggregatum</i>
0	1,527 ^{bz}	0,285 ^{bz}
1	0,370 ^{abz}	0,533 ^{abz}
3	0,384 ^{az}	0,319 ^{az}
10	0,000 ^{az}	0,000 ^{az}

Perbandingan Jumlah Bakteri Bulk soil dan Rizosfer *C. zizanioides*

Rizosfer *C. zizanioides*



Bulk soil



Pembahasan

Populasi bakteri + *crude oil* →
populasi turun



- Perubahan struktur dinding sel
- bioavailabilitas nutrisi berkurang
- Kebutuhan energi meningkat
- (Van Hamme, 2003)

Populasi bakteri rizosfer dalam *crude oil* > populasi bakteri rizosfer dalam *crude oil* +
CMA



Kompetisi perebutan nutrisi oleh bakteri rizosfer dan CMA => Fosfor →
C. zanioides mengalami defisiensi fosfor (daun berubah menjadi keunguan).
(Joner dan Leyval, 2006)

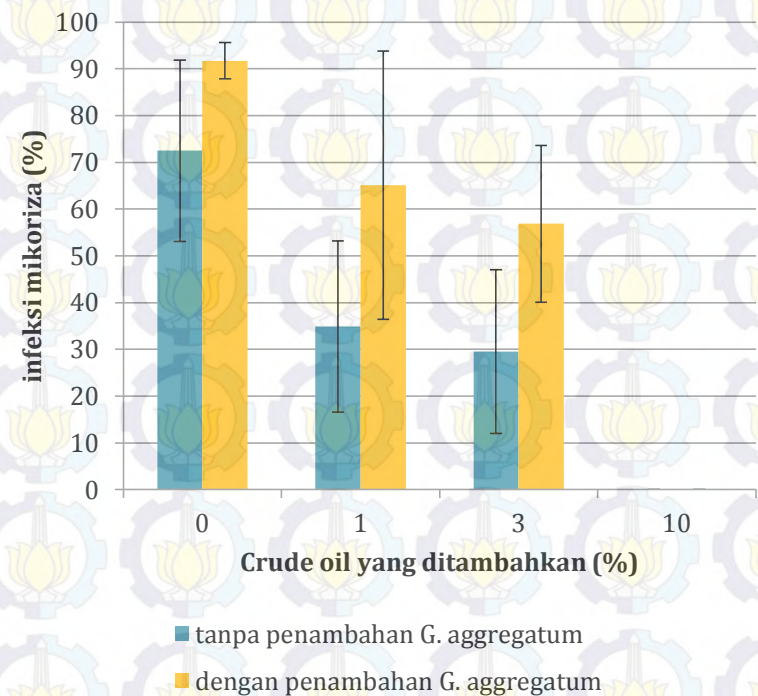
Populasi bakteri rizosfer > populasi bakteri *bulk soil*



- Akar *C. zizanioides* mengeluarkan eksudat akar sebagai nutrisi bakteri
- Paparan *crude oil* lebih rendah pada rizosfer
- (Van Hamme, 2003)

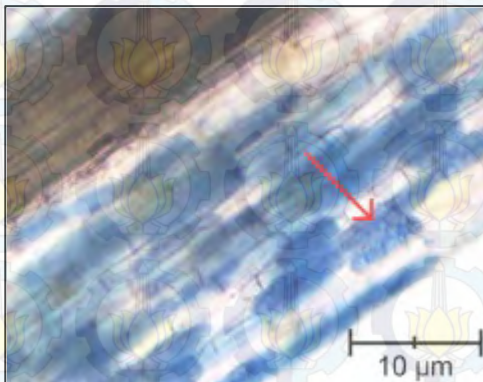
Infeksi Mikoriza

Crude oil yang ditambahkan (%)	Tanpa penambahan <i>G. aggregatum</i>	Dengan penambahan <i>G. aggregatum</i>
0	72,474 ^{cy}	91,733 ^{cz}
1	34,845 ^{by}	65,114 ^{bz}
3	29,508 ^{by}	56,853 ^{bz}
10	0 ^{az}	0 ^{az}

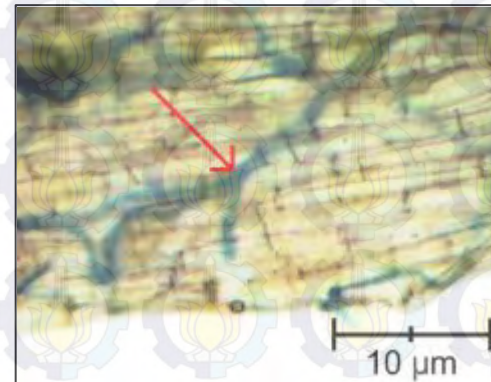


Infeksi mikoriza pada akar *C. zizanioides* (perbesaran 100x)

a) vesikel



b) hifa



Pembahasan

Konsentrasi PHC
meningkat



Infeksi mikoriza
menurun



Bioavailabilitas
nutrisi tanah



Toksistas PHC menurunkan kemampuan
mikoriza untuk:

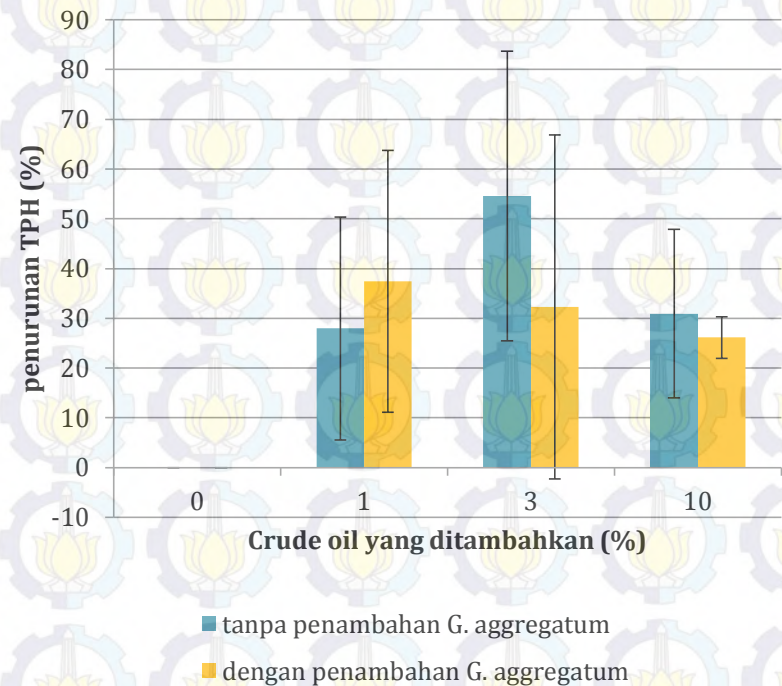
1. Germinasi
 2. Memperbanyak spora
 3. Memperpanjang hifa dan
 4. Memperbanyak vesikula
- (Kirk dan Moutoglis, 2005)

Nilai TPH

Crude oil yang ditambahkan (%)	Tanpa penambahan G. <i>aggregatum</i> (%)		Dengan penambahan G. <i>aggregatum</i> (%)	
	Pekan ke-0	Pekan ke-12	Pekan ke-0	Pekan ke-12
0	0	0,100 ^{az}	0	0,031 ^{az}
1	0,4	0,432 ^{abz}	0,4	0,376 ^{abz}
3	1,2	0,772 ^{bz}	1,2	1,151 ^{bz}
10	4	4,144 ^{cz}	4	4,433 ^{cz}

Penurunan TPH pada pekan ke-12

Crude oil yang ditambahkan (%)	Tanpa penambahan <i>G. aggregatum</i> (%)	Dengan penambahan <i>G. aggregatum</i> (%)
0	0,0000 ^{az}	0,0000 ^{az}
1	27,962 ^{abz}	37,409 ^{abz}
3	54,587 ^{bz}	32,287 ^{bz}
10	30,933 ^{abz}	26,117 ^{abz}



Pembahasan

Remediasi dalam
rizosfer



1. Tanaman mengeluarkan eksudat yang langsung mendegradasi PHC.
2. Mikroorganisme rizosfer mengekskresikan enzim yang mendegradasi PHC
3. Mikroorganisme rizosfer mengabsorpsi PHC dan mendegradasi melalui metabolisme.

Remediasi dalam
rizosfer terhambat



1. Ketersediaan makro dan mikronutrien yang terbatas
2. Kompetisi antarmikroorganisme dalam rizosfer

Kesimpulan

* Simpulan

1. Nilai laju penurunan TPH tertinggi setelah 3 bulan perlakuan adalah pada penambahan *crude oil* 3% tanpa penambahan *G. aggregatum* yaitu sebesar 54,586%
2. Konsentrasi *crude oil* berpengaruh terhadap kemampuan *C. zizanioides* dalam fitoremediasi *crude oil*.
3. Penambahan *G. aggregatum* mempengaruhi volume rizosfer *C. zizanioides* tetapi tidak mempengaruhi penurunan TPH.

* Saran

1. Perlu dilakukan penelitian mengenai proses fisiologis fitoremediasi *crude oil* oleh *C. zizanioides* yang ditambahkan mikoriza *G. aggregatum* sehingga diketahui mekanisme fitoremediasi yang diinduksi dengan mikoriza.